

⑯公開特許公報(A)

平3-78390

⑤Int.Cl.⁵H 04 N 9/12
G 02 F 1/133G 09 G 3/36
H 04 N 5/66

識別記号

510
550
102B
A

府内整理番号

9068-5C
7709-2H
7709-2H
8621-5C
7605-5C
7605-5C

⑬公開 平成3年(1991)4月3日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全9頁)

④発明の名称 液晶表示装置

②特 願 平1-215212

②出 願 平1(1989)8月21日

⑦発明者 石谷 普朗 京都府長岡市馬場町1番地 三菱電機株式会社電子商品開発研究所内

⑦出願人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑦代理 人 弁理士 早瀬 憲一

明細書

1. 発明の名称

液晶表示装置

2. 特許請求の範囲

(1) ある配列順序に従って、マトリクス状に配置した多数の要素より構成された一駆動単位である絵素からなる液晶パネルと、

上記要素配列にて、フィールド周期で、液晶に印加する電圧の極性を反転するように制御する交流化手段とを有する液晶表示装置において、

フルカラーを表現できる最小絵素を構成する赤、緑、青の各要素を赤、緑、緑、青の4つの絵素を四角形状に配置して1絵素を構成し、

上記交流化手段は、上記各要素をフィールド周期で極性反転する際、同じフィールド内で、赤、緑の各要素領域と青、緑の各要素領域とで、あるいは緑、緑の各要素領域と赤、青の各要素領域とで、それらに印加する電圧の極性が正負逆の関係となるように制御するものであることを特徴とする液晶表示装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明はTFT (Thin Film Transistor) アクティブマトリクス液晶ディスプレイ等の液晶表示装置に関し、特にそのフリッカ低減方法に関するものである。

〔従来の技術〕

第11図は従来例の液晶表示装置の等価回路図である。図において、1はマトリクス状に配された液晶セル、2は各液晶セル1と並列になされている記憶用コンデンサ、3は各液晶セル1毎にその一方の電極(ドレイン電極あるいは要素電極)に接続されて設けられている電界効果トランジスタ(FETあるいはTFT)であって、これら3つの素子にて一要素を構成している。4はマトリクスの各列毎にFET3の入力電極(ソース電極)に共通に接続された複数のX電極、5はマトリクスの各行毎にFET3のゲート電極に共通接続された複数のY電極である。また6はY電極5に順次走査パルスを印加する走査回路、7は映像信号

をサンプリングしホールドすることにより一水平走査線分の映像信号をX電極数の並列の映像信号に変換し、X電極4に印加する直／並列変換回路であり、9は直／並列変換回路7に交流化映像信号を供給するため、映像信号を交流化する各R、G、Bの交流化回路である。8は全ての液晶セル1の他方の電極に共通接続された共通電極である。

第13図は第11図の各液晶セル上に配された従来のR、G、Bの画素形状及び画素配列を示すものである。この図で、実線枠がほぼ同じ時刻でサンプリング表示される単位（1画素）を示しており、この1つの駆動単位（1画素）が従来例ではR、G、B各1画素よりなっている。

次にこの表示装置を駆動する方法について説明する。

今、Y電極の1行目の電極をY₁とすると、Y電極5の各電極、例えばY₁～Y₄の電極には第12図のY₁～Y₄のようなタイミングの波形信号が走査回路6により印加されている。この走査パルスがFET3のゲートに加わると、その選択

された行の全てのFET3はオン状態となり、X電極4から並列映像信号に応じた電荷がFET3を介して記憶用コンデンサ2に充電される。そして、FET3がオフ状態になっても、記憶用コンデンサ2に蓄えられた電荷により液晶に映像信号に対応した電圧が印加され続けるため、各液晶セルの透過光が映像信号により制御され表示できることになる。また、第13図に示したような駆動単位、例えばR、G、Bを同時刻でサンプリングし表示するというような方法は、直／並列変換回路7へのサンプリングクロックの与え方等によりコントロールできる。

なお、液晶に同極性の電圧を印加し続けると寿命が短くなるという問題があるため、液晶に印加する電圧の極性が逆になってしまっても、ほぼ同じ透過光特性を有していることを利用して共通電極8の電位に対して画素電極の電位がNTSC信号のフィールド周期（パネルでの表示原理上ではフレーム周期）で反転するような信号処理を交流化回路9で行っており、この交流化された信号を映像信号

として直／並列変換回路に供給している。

次に、画素配列については、現在、第13図のような水平方向にx₁、垂直方向にy₁なるサイズの1つの駆動単位が、垂直方向240個程度、水平方向320個程度で構成されている状況にある。ここで、垂直方向が240本程度となっている理由は、例えば垂直方向を480本程度にし、NTSC信号を同様にインターレース表示すると、1つの画素が書き換えられる周期がNTSC信号の1フレーム（1/30sec）となり、この周期で交流化を行なうと液晶の寿命の問題や、フリッカが大きくなる等の問題があるためである。

従って垂直方向は240本程度で、第1フィールドと第2フィールドを重ね書きし、パネル表示上は240本のノンインターレース表示をし、各画素の書き換え周期を1フィールド（1/60sec）とすることにより、これらの問題を避けている。

次に、従来のフリッカ対策に関しては、上述したように、液晶の寿命の関係でフィールド周期で

交流化を行っているが、現実には液晶に加わる極性が異なると、正確に同じ透過率を示す訳ではない。この結果、フィールド周期（60Hz）で正極性の画面と負極性の画面が交互に現れることとなり、フレーム周期（30Hz）の明暗のフリッカが生じることになる。従来、この種の大画面フリッカの対策として、例えば第14図に示すように正極性あるいは負極性でドライブする画素を図中の斜線部と無斜線部に分割して大画面フリッカを低減していた。すなわち、何の対策も行わない場合、60Hzで画面全体が明／暗と変化するが、上記のような対策を行なうと画面の部分領域では同じく60Hzで、それぞれ明／暗を繰り返しているが、明／暗の領域が画面内に分散されているため、視覚的なLP（ローパス）効果が働き、明／暗の平均輝度として認知される訳である。しかしながら、従来のような画素配列で上記のような対策を行なうと、例えば第14図の場合は明／暗の構のピッチが2x₁となり、このピッチを小さくするにしても限界があるため、少し近づいてみ

ると L.P. 効果がなくなり、明／暗の構模様が時間と共に変化する、いわゆるラインフリッカの現象が現れるという問題があった。また、正極性ドライブと負極性ドライブの各領域を第15図のように分割するにしても一見明／暗のピッチが $2/x_1$ となり、小さくなるように思えるが、R, G, B の各色との組み合わせで、やはり $2/x_1$ のピッチで大きな構模様が現れ、これがラインフリッカとして現れるという問題があった。

〔発明が解決しようとする課題〕

従来の液晶表示装置は以上のように構成されていたので、大画面フリッカは低減できるものの、ラインフリッカが増大するという問題があった。

この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、大画面フリッカ及びラインフリッカを低減できる液晶表示装置を得ることを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

この発明に係る液晶表示装置は、液晶パネルの1絵素の構成を R, G, B の各画素を四角状

に配して構成し、同一画面内での正極性ドライブと負極性ドライブの各画素の分割を、G・R と G・B あるいは G・G と R・B に分割するよう制御するようにしたものである。

〔作用〕

この発明においては、1絵素を R, G, G, B の4画素を四角状に配して構成し、G・R と G・B あるいは G・G と R・B の各画素領域に分割し分散させて、その画素領域の極性を制御することにより、垂直方向の空間的余裕を有効に利用して明／暗の画素ピッチを小さくすることができ、又、明／暗の輝度変動を色相の変動に変換でき、視覚の空間、時間的な特性を考慮すると、そのフリッカに対する知覚を大幅に低減できる。

〔実施例〕

以下、この発明の一実施例を図について説明する。

第1図、第4図及び第6図は、1絵素を R, G, G, B の4画素を四角状に配する構成とした本発明の一実施例による画素配列を示す図である。第

1図において、実線枠は1絵素を構成しており、寸法的には従来例の第13図の水平、垂直の各1絵素の寸法 x_1, y_1 がそれぞれ第1図の実線枠の水平、垂直の寸法に対応している。

上記の画素配列で、G・R と G・B あるいは G・G と R・B の各領域に分割して、交流化する際の極性を互いに逆極性となるようにとする訳であるが、この方法には、例えば第1図の画素配列パターンの場合には第2図及び第3図の、第4図の画素配列パターンの場合には第5図の、第6図の画素配列パターンの場合には第7図及び第8図のような分割方法が考えられる。図中の斜線領域と無斜線領域で、交流化の際の極性を互いに相対するようにし、各画素においても、時間的にフィールド周期で極性を反転することを示している。いずれの図も斜線領域と無斜線領域の分割は G・R と G・B あるいは G・G と R・B の各画素に分割されている。また、回路的には第11図の従来例と同様であるが、図の R, G, B 交流化回路 9 での正極性及び負極性の制御の仕方が、上述の各バタ

ーンに沿うように変えられることになる。

次に本発明によるフリッカの低減効果について説明する。

まず、1絵素として、R, G, G, B の4画素を四角状に配することにより、従来の構成の項でも述べたように垂直方向の空間的な余裕を有効に利用することになり、特に垂直方向の1画素のサイズは $y_1/2$ となり、従来の半分となる。なお、このように1絵素を垂直方向にも2分割するため、駆動の際には2行分(2画素ライン分)同時に駆動することとなる。また、水平方向の画素サイズに関しては、ここでは1絵素の寸法を従来と同様にする(水平解像度を同等にする)という意味で、1絵素巾を x_1 としているため1画素の水平巾は $x_1/2$ となり、従来の $x_1/3$ より若干大きくなる。しかし、実際にパネルを製作する段階では、当然従来と同じ水平巾の画素サイズでも製作できる訳であるから、この場合パネルサイズを固定して考えると、従来より1.5倍の水平解像度を実現できることになる。

次にフリッカの見え方については、従来例では、近づくと第14図の例では、明／暗の縞模様が $2x_1$ のピッチで見え、この縞模様が時間と共に変動し、ラインフリッカとして知覚された。しかし、本発明では第2、3、5、7及び8図に示すように、いずれも縞模様のピッチが x_1 あるいは y_1 で現れる。実際のパネルは水平及び垂直解像度のバランスという面で x_1 と y_1 となっているため、この縞模様のピッチは従来の約半分になっている。

第9図はTVハンドブックより抜粋した人間の空間一相対感度に関する視覚特性である。図において、横軸がc p d (cycle/degree)、縦軸が相対感度である。図のように明暗に比べ、赤一緑や黄一青のような色度的な相違は空間的に約10倍の巾が必要なことから、上記のように従来のピッチの約半分となっていることもあり、混色的には充分小さい値であると言える。

本発明では、交流化の際の画素分割をG・R(=黄)とG・B(=シアン)あるいはG・G(=緑)とR・B(=マゼンタ)に分割していること

から、例えば第7図の場合、斜線部の輝度が高いとすると、R、G、B相互間の混色面では上述のように充分であるから、GとB及びGとRは混色してシアン系と黄系の縞模様がピッチ x_1 で現れることになる。この場合、第9図にも示したように色相の変化は輝度変動に比べ、検知限が充分低いため従来と同じピッチの縞でも、縞として空間的に知覚されにくくなる。

なお、第15図の従来例の場合には、例えば図の斜線部の輝度が高いとすると、上述の過程にそつてマゼンタ系と緑系の色縞がピッチ $2x_1$ で並ぶことになる。しかし、マゼンタ系と緑系の縞はシアン系と黄系の縞に比べて、第9図に示したように視感度が高いこと、及び水平方向のピッチは従来の画素単位での水平巾を等しいとすれば、更に小さくできること等から、やはり本発明の方がLP効果が大きくとれることになる。

最後に、時間的な輝度変動に関しては、人間の時間的な輝度変動に対する知覚に関しては約50～60Hzがフリッカを感じない下限である。し

かし、液晶TVでは約30Hzの輝度変動となるためこの輝度変動が知覚されることになる。しかるに、本発明では変動周波数は従来と同じ30Hzであるが、その変動成分がシアン系とマゼンタ系の縞が交互に変化するという色相的な変動となり、視覚特性的には、輝度よりも色相の時間変化の方が知覚されにくいものであるが（例えばテレビジョン全国大会p11、1973（坂田・磯野）の文献によれば、最高感度周波数が3Hz（輝度の場合は10～20Hz）という報告がある。）、結果的に、フリッカが軽減されることになる。

なお、上記実施例における第1、4、6図のような画素配列の1画素を構成する画素配列は第10図に示したような配列としてもよく、上記実施例と同様の効果を奏することは言うまでもない。

〔発明の効果〕

以上のようにこの発明によれば、フルカラーを表現できる最小画素を構成する赤、緑、青の各画素を赤、緑、緑、青の4つの画素を四角形状に配置して1画素を構成し、その各画素をフィールド

周期で極性反転する際、同じフィールド内で、赤と緑の各画素領域と、青と緑の各画素領域で、あるいは緑と緑の各画素領域と、赤と青の各画素領域で、それらに印加する電圧の極性が正負逆の関係となるように制御するようにしたことにより、フリッカの現れ方がシアン系と黄系のような色相の異なる縞模様が交互に変化し、更にその空間的なピッチも小さいものとなり、視覚の空間的LP効果が強く働くのみでなく、時間的LP効果も強く働くことになり、ラインフリッカや大画面フリッカを大きく低減できる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図、第4図、第6図は本発明の液晶表示装置の画素配列を示す図、第2図、第3図、第5図、第7図、第8図は本発明による正極性と負極性ドライブする際の画素分割の例を示す図、第9図の空間一相対感度に対する人間の視覚特性を示す図、第10図は第1、4、6図の各画素配列の一画素（1駆動単位）の画素構成の他の例を示す図、第11図は液晶表示装置の等価回路図、第12図は

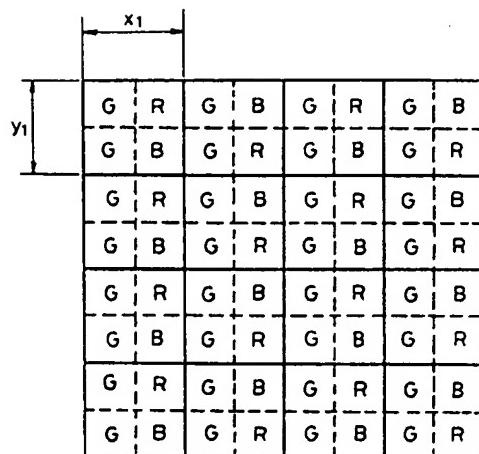
第11図の走査回路の動作を説明する図、第13
図は従来の画素配列を示す図、第14図、第15
図は従来のフリッカ対策を説明する図である。

図において、1は液晶セル、2は記憶用コンデ
ンサ、3はFET、4はX電極、5はY電極、6
は走査回路、7は直並列変換回路、8は共通電極、
9はR、G、B交流化回路。

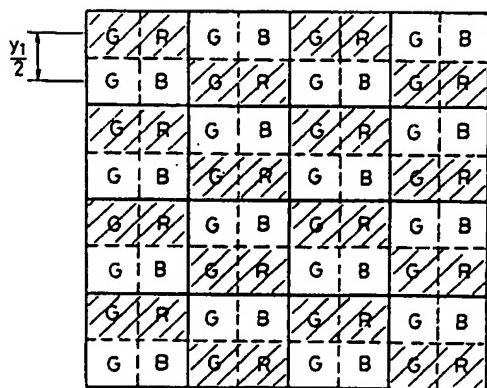
なお図中同一符号は同一又は相当部分を示す。

代理人 早瀬憲一

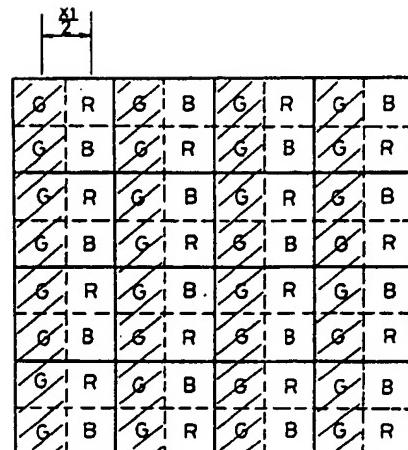
第1図



第2図



第3図



第 4 図。

G	R	G	R	G	R	G	R
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
B	G	B	G	B	G	B	G

第 5 図

G	R	G	R	G	R	G	R
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
G	B	G	B	G	B	G	B
R	G	R	G	R	G	R	G
B	G	B	G	B	G	B	G

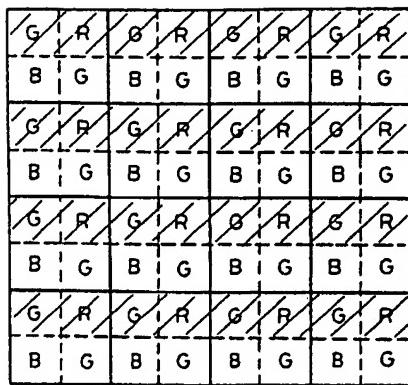
第 6 図

G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G

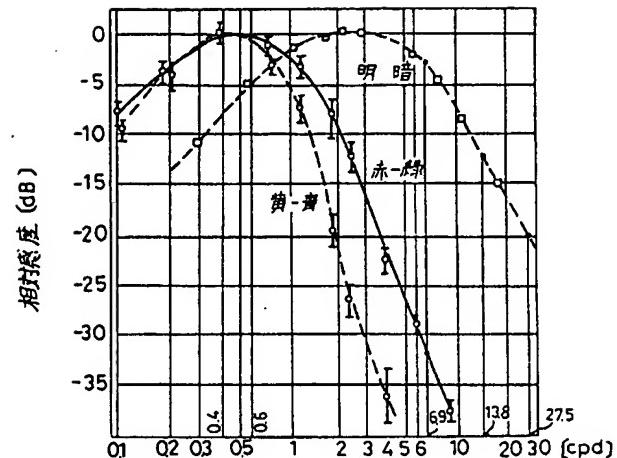
第 7 図

G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G	B	G

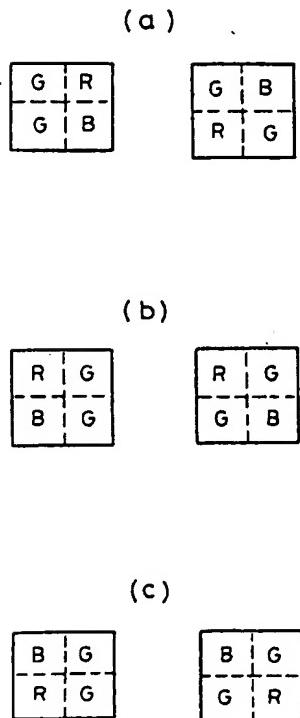
第 8 図



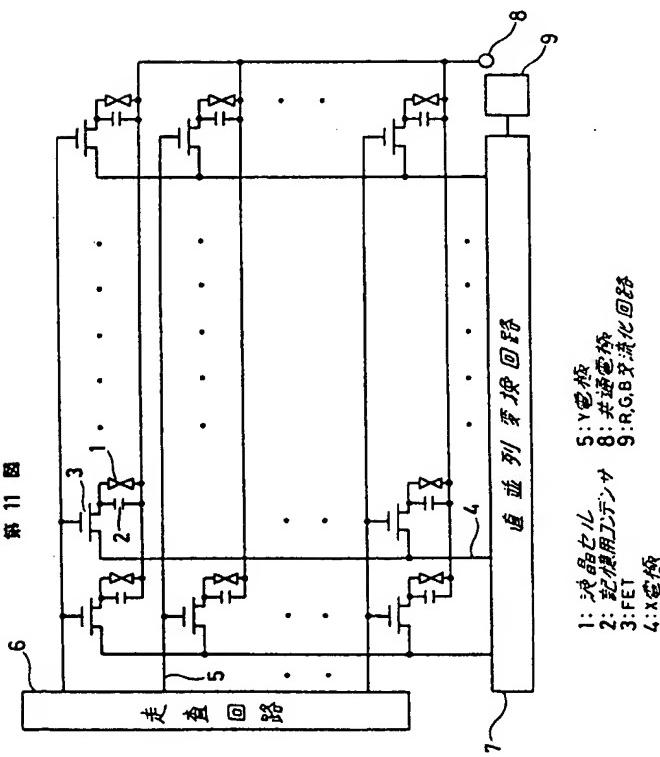
第 9 図



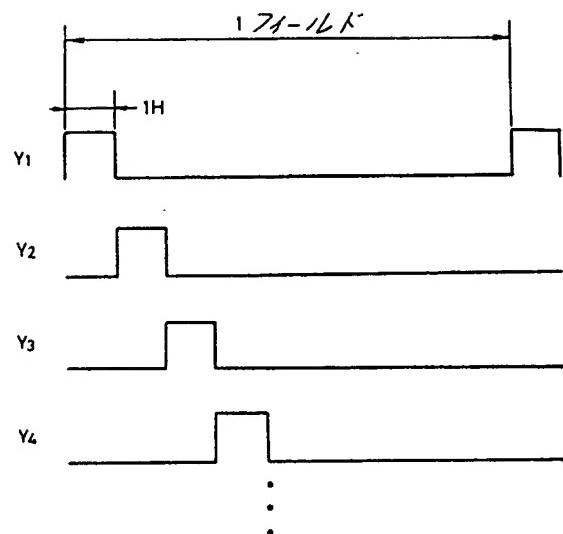
第 10 図



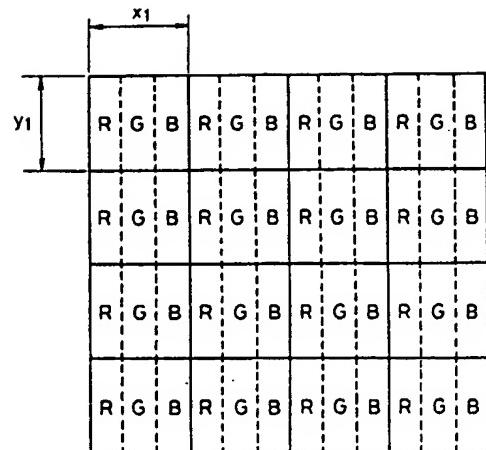
第 11 図



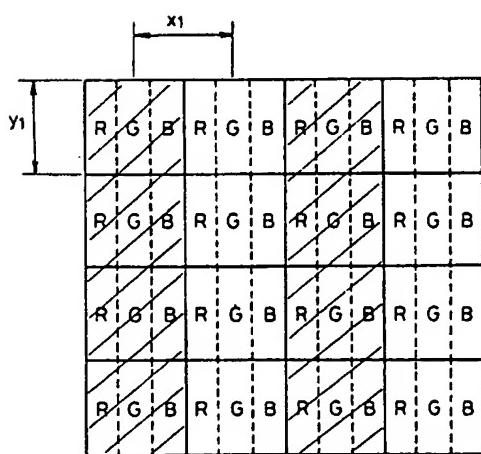
第 12 図



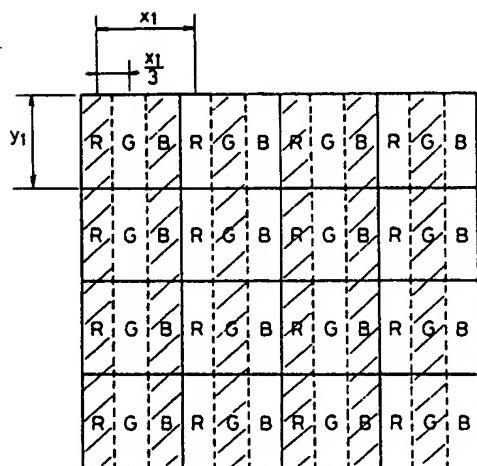
第 13 図



第 14 図



第 15 図



手続補正書(自発)



平成ノ年ノ月ノ日

特許庁長官殿

1. 事件の表示

特願平1-215212号

2. 発明の名称

液晶表示装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

名称 (601) 三菱電機株式会社

代表者 志岐守哉

4. 代理人 郵便番号 564

住所 大阪府吹田市江坂町1丁目23番43号

ファサード江坂ビル7階

氏名 (8181) 弁理士 早瀬憲一

電話 06-380-5822

以上

(特許局
2.1.29)

方式審査

5. 補正の対象

明細書の発明の詳細な説明の欄、及び図面の簡単な説明の欄

6. 補正の内容

(1) 明細書第9頁第7行の「なによりとする」を「なるようにする」に訂正する。

(2) 同第11頁第11行、及び第14頁第17行の「空間-相対感度」を「空間周波数-相対感度」に訂正する。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) Japan Patent Office (JP)	(11) Patent Application Publication H03-78390		
(12) KOKAI Patent Publication (A)			
ID	Office Ref.No.		
	(43) Publication April 3, 1991		
(51) Int. Cl ⁵			
H 04 N 9/12	B	9068-5C	
G 02 F 1/133	510	7709-2H	
	550	7709-2H	
G 09 G 3/36		8621-5C	
H 04 N 5/66	102	A	7605-5C
	B		7605-5C

Examination Apply No apply The number of inventions 1 (total 9 pages)

(54) Title of the invention Liquid display apparatus

(21) Patent Application H01-215212

(22) Filing August 21, 1989

(72) Inventor Hiroo Ishitani c/o Mitsubishi Denki Co., Ltd., 1 Babazusho, Nagaokakyo-shi, Kyoto

(71) Applicant Mitsubishi Denki Co., Ltd., 2-3 Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo

(74) Representative Ken-ichi, Hayase, Patent Attorney

Specification

1. Title of the invention

Liquid crystal display apparatus

2. Claim

(1) A liquid display apparatus comprising:

a liquid crystal panel comprising picture elements as a driving unit consisting of many pixels arranged in a matrix form according to a certain array sequence; and

an alternating means for alternating the polarity of the voltage applied to liquid crystal in said array of pixels at a field cycle, characterized in that:

Among red, green, and blue pixels forming the minimum picture element that can represent full color, four, red, green, green, and blue, picture elements are arranged in a rectangle to form a picture element;

said alternating means alternates the polarities of said pixels at a field cycle in the manner that red and green pixel regions and blue and green pixel regions or green and green pixel regions and red and blue pixel regions are applied voltages having the opposite polarities to each other in the same field.

3. Detailed explanation of the invention

[Scope of the invention]

The present invention relates to a liquid crystal display apparatus such as a TFT (Thin Film Transistor) active matrix liquid display, particularly to a method for reducing flicker therein.

[Prior art technology]

Fig.11 shows an equivalent circuit of a liquid crystal display apparatus in the prior art. The figure shows a matrix of liquid crystal cells 1, memory capacitors 2 arranged in parallel to the respective liquid crystal cells 1, and field effect transistors (FET or TFT) 3 connected to one (drain or pixel electrode) of the electrodes of the liquid crystal cells 1.

These three elements form a pixel. The figure further shows plural X electrodes 4 all connected to the input electrodes (source electrodes) of the FETs 3 in each column of the matrix, plural Y electrodes 5 all connected to the gate electrodes of the FETs 3 in each row of the matrix, a scanning circuit 6 for applying scanning pulses to the Y electrodes 5 in sequence, a series/parallel transforming circuit 7 for sampling and holding image signals to transform the image signals for one horizontal scanning line to the same number of parallel image signals as the X electrodes and apply them to the X electrodes 4, a R, G, and B alternating circuits 9 for alternating image signals to supply the alternated image signals to the series/parallel transforming circuit 7, and a common electrode 8 connected to all of the other electrodes of liquid crystal cells.

Fig.13 shows R, G, and B pixel shapes and an array of pixels according to the prior art on the respective liquid crystal cells in Fig.11. In the figure, the solid lines indicate a unit for sample display approximately at the same time (one picture element). This one driving unit (one picture element) consists of R, G, and B, one each, pixels in the prior art.

How this display apparatus is driven is hereafter described.

Assuming Y_i is the Y electrodes in the row i , the scanning circuit 6 applies the wave signals that are timed as Y_1 to Y_4 shown in Fig.12 to the Y electrodes 5. The scanning pulses being applied to the gates of the FETs 3, all the FETs 3 in the selected row are turned on and the memory capacitors 2 are charged by the X electrodes 4 via the FETs 3 according to the parallel image signals. After the FETs 3 are turned off, the charge stored in the memory capacitors 2 continuously apply to the liquid crystal voltage in accordance with the image signals. Thus, the transmittance of the liquid crystal cells can be controlled by the image signals for display. The driving unit as shown in Fig.13, for example, R, G, and B simultaneous sample display, can be controlled by the way of applying sampling clock to the series/parallel transforming circuit 7.

Here, there is a problem that continuous apply of voltage with the same polarity to liquid crystal shorten the life span thereof. Liquid crystal shows nearly the same transmittance for applied voltages with the opposite polarities. Thus, the alternating circuit 9 is used to alternate the potential of the pixel electrodes in relation to that of the common electrode 8 at the field cycle of NTSC signals (frame cycle on the principle of panel display). Alternated signals are supplied to the series/parallel transforming circuit as image signals.

Then, as for the array of pixels, the horizontal size x_1 and vertical size y_1 of one driving unit as shown in Fig.3 are currently approximately 320 and 240, respectively. Here, the reason for the vertical size being approximately 240 is that the interlaced display of NTSC signals with the vertical size y_1 being 480 leads the update cycle of one pixel to the same as the one frame of NTSC signals (1/30 sec.). This alternating cycle causes problems such as

the life span of liquid crystal and increased flicker.

Therefore, with the vertical size of approximately 240, the first and second fields are overwritten so that 240 interlaced display appears on the panel display with the pixel update cycle of 1 field (1/60 sec.). Thus, the problems above are avoided.

As for flicker in the prior art, as is described above, alternating at the field cycle is used for the sake of the life span of liquid crystal. In practice, liquid crystal does not show exactly the same transmittance for different polarities applied thereto. As a result, the positive and negative screens alternately appear at the field cycle (60Hz) and brightness flicker occurs at the frame cycle (30Hz). In the prior art, for this type of a large screen flicker, positively or negatively driven pixels are divided into the shaded and un-shaded parts to reduce the large screen flicker as is shown in Fig.14. In other words, the whole screen is subject to fluctuation in brightness at 60Hz when no precaution is taken. However, with the precaution described above, the screen repeats fluctuation in brightness in parts, but the fluctuation parts are spread on the screen. Therefore, an average brightness of fluctuation is recognized due to visual LP (low pass) effect. However, when this precaution is taken for an array of pixels according to the prior art, the light-shade stripe pitch is for example $2 \times_1$ in the case shown in Fig.14. There is a certain limitation on reducing this pitch. Closer look of the screen reduces the LP effect and a so-called line flicker occurs in which the light-shade stripe pattern changes along with the time. When the positively and negatively driven regions are divided as shown in Fig.15, the light-shade pitch is apparently reduced to $2/3 \times_1$. However, combined with R, G, and B colors, the large $2 \times_1$ pitch stripe appears and causes a problematic line flicker.

[Problems overcome by the invention]

Having the structure described above, the prior art liquid crystal display apparatus can reduce the large screen flicker, but problematically increases the line flicker.

The present invention is proposed to resolve the problems above and the purpose thereof is to provide a liquid display apparatus that reduces the large screen flicker and line flicker.

[Problem resolution means]

The liquid crystal display apparatus according to the present invention uses a liquid crystal panel in which one picture element consists of R, G, G, and B pixels arranged in a rectangle and the positively and negatively driven pixels on one and the same screen are divided into G-R and G-B or G-G and R-B.

[Efficacy]

In the present invention, one picture element consists of four, R, G, G, and B pixels arranged in a rectangle. The G-R and G-B or G-G and R-B pixel regions are spread and their polarities are controlled so that the vertical spatial margin is effectively used to

reduce light-shade pixel pitch. Furthermore, fluctuations in brightness are converted into fluctuations in color. Taking into account spatial and chronological properties of the vision, the awareness of a flicker can be significantly reduced.

[Embodiment]

An embodiment of the present invention is hereafter described with reference to the drawings.

Figs. 1, 4, and 6 show arrays of pixels where four, R, G, G, and B, pixels form a picture element according to an embodiment of the present invention. In Fig.1, the solid lines indicate a picture element. The horizontal and vertical sizes x_1 and y_1 in the prior art correspond to the horizontal and vertical sizes indicated by the solid lines in Fig.1.

With the array of pixels above, the G-R and G-B or G-G and R-B regions are defined to alternate the polarities so that they have the opposite polarities. For example, the array of pixels shown in Fig.1 is possibly divided into the patterns shown in Figs. 2 and 3; the array in Fig.4, the pattern in Fig.5; and the array in Fig.6, the patterns in Figs. 7 and 8. The shaded and un-shaded regions in the figures have the polarities alternated oppositely. The respective pixels also have the polarity alternated at the field cycle. In all the figures, the shaded and un-shaded regions consist of G-R and G-B or G-G and R-B pixels. Similar circuits to the prior art in Fig.11 can be used except for the R, G, and B alternating circuit 9, which will be modified on the positive and negative control according to the patterns described above.

Effect of the present invention in reducing flicker is hereafter described.

One picture element consisting of four, R, G, G, and B, pixels arranged in a rectangle allows effective use of the vertical spatial margin as is described for the prior art structure. Particularly, the vertical size of a pixel is $y_1/2$, which is half the prior art's. One picture element is divided into two in the vertical direction; thus, two rows (two pixel lines) are simultaneously driven. As for the horizontal pixel size, one picture element has a width of x_1 so that one picture element has the same size as that of the prior art (in order to achieve the same horizontal resolution). One pixel has a horizontal width of $x_1/2$, which is slightly larger than $x_1/3$ in the prior art. However, the same horizontal pixel size as in the prior art is available in the process of producing a panel in practice. With the panel size being considered to be fixed, the horizontal resolution that is 1.5 times larger than that of the prior art can be achieved.

Flicker is hereafter described. The light-shade stripe pattern appears at a pitch of $2x_1$ in the example of Fig.14 when taking a closer look in the prior art. This stripe pattern is subject to chronological changes and recognized as line flicker. However, in the present invention, the stripe pattern appears at a pitch of x_1 or y_1 as shown in Figs. 2, 3, 5, 7, and 8. x_1 is nearly equal to y_1 in actual panels for balanced horizontal and vertical resolutions.

Thus, the pitch of this stripe pattern is half the prior art's.

Fig.9 shows the spatial – relative sensitivity property of human vision cited from a TV handbook. In the figure, the abscissa shows cpd (cycle / degree) and the ordinate shows the relative sensitivity. Approximately 10 times larger intervals are necessary for the color differences, such as red – green and yellow – blue, compared to light-shade as is seen from the figure. The pitch, which is half the prior art's as is described above, is substantially small enough for color blending.

In the present invention, pixels are divided into G·R (= yellow) and G·B (= cyan) or G·G (= green) and R·B (=magenta) regions for alternating. Thus, for example, assuming that the shaded part is highly bright in the case of Fig.7, the intervals between R, G, and B are satisfactory for blending and, therefore, G·B and G·R are respectively blended to present cyan and yellow stripes at a pitch of X_1 . In this case, as is shown in Fig.9, the lower limit of recognizable pitch for color difference is significantly lower than that for brightness difference. Stripes having the same pitch as in the prior art are hardly recognized as spatial stripes.

In the prior case shown in Fig.15, for example, if the shaded part is highly bright, magenta and green stripes are juxtaposed to each other at a pitch of $2 X_1$ according to the process above. The magenta and green stripes have highly visible compared to the cyan and yellow stripes as is shown in Fig.9. The horizontal pitch can be reduced for the same horizontal width of pixels in the prior art. Hence, the present invention achieves a larger LP effect.

Finally, chronological fluctuations in brightness are described. The lower limit at which flicker is not recognized by human eye in the course of chronological fluctuations in brightness is approximately 50 to 60 Hz. However, liquid crystal TVs are subject to fluctuations in brightness at approximately 30Hz, which can be recognized. The present invention has the same fluctuation frequency of 30Hz as in the prior art. However, the fluctuation components consist of alternate cyan and magenta stripes. Visually, this color changes are less recognizable than fluctuation in brightness (for example, National Television Conference, p11, 1973 (Sakata, Isono) reported that the maximum sensible frequency is 3Hz (10 to 20 Hz for brightness)). Consequently, flicker is reduced.

Needless to say, the arrays of pixels that form a picture element of the embodiment shown in Figs. 1, 4, and 6 can be replaced with those shown in Fig.10 to achieve the same effect.

[Efficacy of the invention]

As is described above, in the present invention, among red, green, and blue pixels forming the minimum picture element that can represent full color, four, red, green, green, and blue, picture elements are arranged in a rectangle to form a picture element. The

polarities of the pixels are alternated at a field cycle in the manner that red and green pixel regions and blue and green pixel regions or green and green pixel regions and red and blue pixel regions are applied voltages having the opposite polarities to each other in the same field. This causes the flicker with stripes of alternate different colors, cyan and yellow, as well as with a small spatial pitch. In this way, visual LP effect, not only spatial but also chronological, can be enhanced, significantly reducing line flicker and large screen flicker.

4. Brief explanation of the drawings

Figs. 1, 4 and 6 are illustrations to show arrays of pixels of the liquid crystal display apparatus of the present invention. Figs. 2, 3, 5, 7, and 8 are illustrations to show the divisions of pixels that are positively and negatively driven of the present invention. Fig. 9 is a graphical representation of the spatial - relative sensitivity property of human vision. Fig. 10 is an illustration to show other exemplary structures of one picture element (one driving unit) of the arrays of pixels in Figs. 1, 4, and 6. Fig. 11 is an illustration of an equivalent circuit of a liquid crystal display apparatus. Fig. 12 is an illustration to explain the operation of the scanning circuit of Fig. 11. Fig. 13 is an illustration to show an array of pixels in the prior art. Figs. 14 and 15 are illustrations to show the way to avoid flicker in the prior art.

In the figures shown are liquid crystal cell 1, memory capacitor 2, FET 3, X electrode 4, Y electrode 5, scanning circuit 6, series parallel transforming circuit 7, common electrode 8, and R, G, and B alternating circuit 9.

In the figures, the same reference numbers indicate the same or corresponding parts.

Representative Ken-ichi Hayase

Fig.9

Relative sensitivity (dB), light-shade, red - green, yellow - blue

Fig.11

- 6 scanning circuit
- 7 series parallel transforming circuit
- 1: liquid crystal cell
- 2: memory capacitor
- 3: FET
- 4: X electrode
- 5: Y electrode
- 8: common electrode

9: R, G, B alternating circuit

Amendment (voluntary)

TO: Commissioner of the Japan Patent Office

1. Case

Japanese Laid-Open Patent Application H01-215212

2. Title of the invention

Liquid crystal display apparatus

3. Ammender

Relationship to the case Patent Applicant

Address 2-3 Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo

Name (601) Mitsubishi Denki Co., Ltd.

Representative Moriya Shiki

4. Representative ZIP-code 564

Address Façade Esaka Bldg. 7 th floor 23-43 Esaka-1chome, Suita-shi, Osaka

Name (8181) Ken-ichi Hayase

Tel 06-380-5822

5. Object of amendment

Detailed explanation of the invention and Brief explanation of the drawings in the specification

6. Contents of Amendment

(1) replace "nani you ni to suru" in the specification, page 9, line 7 with "naru you ni suru." (translator's note: typo)

(2) replace "spatial - relative sensitivty" in the same, page 11, line 11 with "spatial frequency - relative sensitivty."

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)